

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

**Analýza výrobních procesů, identifikace úzkých míst
a návrh na jejich odstranění**

**Industrial Processes Analysis, Bottleneck Identification
and Suggestion of their Elimination**

Student: **Markéta Slaná**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Leo Tvrdoň

Ostrava 2008

Obsah

Úvod	3
1. Charakteristika podniku a jeho problému.....	4
1.1. Historie společnosti	4
1.2. Výroba a prodej v číslech	4
1.3. Plánování výroby	5
1.4. Výroba a její problémy	6
2. Teoreticko-metodologická východiska	10
2.1. Základní metriky TOC	10
2.2. Dosahování cíle brání jistá omezení.....	13
2.3. Principy zlepšení	14
2.4. Oblast plánování a řízení výroby podle metody TOC.....	17
2.5. Zjišťování kapacitních úzkých míst	18
2.6. Lepší využití úzkých míst.....	20
2.7. Metoda Drum-Buffer-Rope	21
2.7.1. Drum (buben)	21
2.7.2. Buffer (zásobník).....	22
2.7.3. Rope (lano)	23
2.8. Tvorba výrobního plánu	23
3. Analýza a doporučení pro zlepšení	25
3.1. Identifikace úzkých míst.....	25
3.2. Návrhy na odstranění úzkých míst	27
Závěr	31
Seznam použité literatury	32
Seznam zkratk.....	33

Úvod

Na brigádě ve společnosti Mlékárna Kunín, a.s. jsem zjistila, jak lehce může nějaký problém výrobu přerušit a jak těžce se pak musí výrobní plán přepracovávat tak, aby konečný zákazník tento problém pocítil co nejméně. Začalo mě zajímat, jaké stroje jsou k dispozici a jaké se používají technologické postupy při výrobě jednotlivých produktů, protože u některých výrobků či strojů byly problémy častější. A jelikož bych mohla svým výzkumem společnosti pomoci, vybrala jsem si toto téma pro svou bakalářskou práci.

Přístupem, ze kterého jsem vycházela, a který se problémy nejen ve výrobě, ale v celém podniku zabývá, je jedna z logistických disciplín, Teorie omezení. Teorii omezení vytvořil na konci 20. století zakladatel úspěšné sítě poradenských firem, filozof a vrcholový manažer dr. Eliyahu M. Goldratt. Jeho publikace jsou postaveny na implementaci Teorie omezení do reálných příběhů, aby čtenář této metodě lépe porozuměl a uměl si její teze představit v konkrétních situacích v podniku.

Tato práce se zabývá analýzou výrobních procesů, která byla podle Teorie omezení provedena z hlediska plynulého toku materiálu výrobou. Tímto způsobem by měla být identifikována místa, respektive strojní zařízení, která tomuto plynulému toku brání a způsobují problémy v plánované produkci. Na závěr se pokusím formulovat doporučení, která by zjištěná omezení eliminovala, a zlepšila tak samotnou produkci.

1. Charakteristika podniku a jeho problému

1.1. Historie společnosti

Mlékárenství má, v Kuníně u Nového Jičína, kde je sídlo firmy a bývalá provozovna, staletou tradici. Novodobá historie mlékárenské výroby je spojena s rokem 1946, kdy vzniklo Kravaňské mlékařské družstvo, které začalo vyrábět široký sortiment ve třech provozovnách. Nová budova mlékárny, tak jak ji známe dnes, byla uvedena do provozu v roce 1947. V roce 1950 se mlékárna stala národním podnikem a s různými obměnami patřila k podnikům s celokrajskou působností. V dalších letech byly postupně instalovány linky na výrobu romadúrů, na stáčení lahví, na výrobu ochuceného pomazánkového másla, na stáčení mléka do nevratných obalů, linka na smetanový jogurt a provedena přístavba na zakysané výrobky. Dalším mezníkem ve vývoji mlékárny byl rok 1992, kdy vznikla samostatná akciová společnost Mlékárna Kunín. Ta zaznamenala v následujících letech velmi výrazný nárůst objemu zpracovaného mléka a prodeje mléčných výrobků a zařadila se tak mezi přední zpracovatele mléka v České republice. Pro představu: v roce 1946 bylo ročně zpracováno cca 8 milionů litrů mléka, dnes je to 135 milionů litrů. Mlékárna poté sídlila ve třech provozech, v Kuníně, kde bylo také sídlo, v Ostravě Martinově a Zašové. V letech 2003 a 2004 proběhla rozsáhlá reorganizace firmy a veškeré technologické zařízení i administrativa byly přestěhovány do jediného, moderního komplexu v Ostravě. Díky tomu je v současnosti výroba trvanlivého mléka, jogurtů a dezertů na světové úrovni a tyto výrobky se vyvážejí také do zahraničí.

V období stěhování byla Mlékárna kvůli konkurenceschopnosti nucena zavést do praxe řadu požadavků z oblasti hygienických, veterinárních a dalších mezinárodních předpisů. Zavedený Systém jakosti byl v roce 2002 novelizován podle normy ČSN EN ISO 9001:2001, dále byly zavedeny Systém zabezpečování zdravotní nezávadnosti (HACCP) a Systém pro ochranu životního prostředí (ČSN EN ISO 14001:2005), který pomáhá omezovat negativní dopady provozu na životní prostředí.

1.2. Výroba a prodej v číslech

V současné době společnost vyrábí cca 50 základních druhů výrobků. Při zahrnutí všech jejich modifikací, jako jsou privátní značky obchodních řetězců (Tesco, Pilos pro Lidl, Vian pro Kaufland, ICA pro švédský řetězec, Kesko pro Finsko, Milli pro Ma-

d'arsko a Rumunsko, Zaetta pro Itálii, apod.), rozdílné příchutě téhož výrobku či variabilní objem balení, se jejich počet navýší až na 200 druhů. Z toho je 34 druhů vyráběno ve značce pro český trh a 35 druhů ve značce pro vývoz (Slovensko, Polsko, Rakousko, Německo, Maďarsko, Rumunsko, Finsko, Švédsko, Itálie, Slovinsko a Estonsko). Největší podíl výrobků pro tuzemský i zahraniční trh stále zůstává pod značkou Mlékárny Kunín.

Současnou největší výrobní komoditou je trvanlivé mléko¹, jehož prodej za rok 2007 činil 62,298 mil. litrů, z toho export do zahraničí 26,113 mil. litrů (konkrétně do Itálie 15,861 mil. litrů). Pro představu je konkrétně tento produkt vyráběn ve 3 základních druzích, 26 modifikacích (21 privátních značkách, z toho 15 vývozních). Mezi další významné produkce se řadí výroba smetan, jejichž objem činil v roce 2007 7,5 mil. litrů a které byly až na výjimky určeny pouze pro český trh a výroba zakysaných výrobků (kysané smetany a nápoje, jogurty včetně ochucených) v hodnotě 19 620 tun (pro představu je to více než 65 mil. ks kelímků a PET lahví). Nemalý výrobní podíl mají i dezerty (mléčná rýže a krupice, smetanové krémy) s jejich celkovým prodejem 2 794 t za rok 2007, z toho 1 494 t činil vývoz v privátní značce (nejvíce Finsko a Švédsko) a pouze 99 t bylo vyvezeno pod značkou Mlékárna Kunín.

1.3. Plánování výroby

Dříve než výrobní plán musí být sestaven plán prodeje. Roční plán prodeje sestavuje obchodní ředitel ve spolupráci s manažery pro klíčové zákazníky a s vedoucím controllingu, týdenní plán prodeje také s plánovačem. Tento plán vychází z nabízeného sortimentu, kapacitních možností společnosti, ze složení skupiny dvaceti největších odběratelů, statistiky prodeje, z předpokládaného vývoje spolupráce s odběrateli a podmínek vyplývajících z uzavřených smluv. Roční plán se minimálně jedenkrát za čtvrtletí (v případě změn častěji) aktualizuje do operativní verze ročního plánu. Takto pozměněný plán slouží zejména pro aktuální výpočty kalkulací, potřeb kapacit, stanovení materiálových bilancí surovin i obalového materiálu, potřeb zaměstnanců apod. Rozpadem ročního plánu vzniká měsíční plán prodeje, který je navýšen o předem dohodnuté prodejní akce u odběratelů.

¹ Mléko, které je ošetřeno vysokou pasterací a baleno do obalu Tetra Pak, což zaručuje dlouhodobou trvanlivost.

Plán výroby je vypracováván na základě plánu prodeje prostřednictvím systému MRP² s ohledem na definované technicko-hospodářské normy, technologické postupy, požadavky na jakost nabízeného sortimentu, pracovní postupy, potřebné technologie, surovinové zdroje a personální obsazení. Je zpracováván v roční, čtvrtletní, měsíční a týdenní variantě. Týdenní plán výroby vychází z rozpadu měsíčního plánu prodeje a po zjištění aktuálních skladových zásob a přijatých objednávek je v něm upřesněno množství výrobků, které mají být produkovány. Tento týdenní plán firemní informační systém automaticky zpracuje do podoby plánovací tabule pro každou výrobní linku po dnech, kterou vedoucí výroby nebo mistr doplní o dobu nutnou pro čištění, přípravu linky na produkci, předávání vzorků do laboratoře, pracovní přestávky obsluhy linky a plánované odstávky pro údržbu. Po souhlasu plánovače s tímto plánem, jsou zakázky uvolněny pro výrobu.

Objednávky pro maloodběratele jsou realizovány ze dne na den, s jejich přibližným množstvím se tedy ve výrobním plánu počítá, ale je kvůli nim potřeba zvýšit zásoby a nemůže být předem známo, zda bude všechno toto množství vyskladněno.

1.4. Výroba a její problémy

Jelikož je prvotní surovinou pro všechny výrobky zpracované kravské mléko a jeho denní soz od dodavatelů, příjem, uchování, zpracování a následné skladování musí probíhat za přísných hygienických podmínek, jsou stanoveny přesné postupy, jak se surovinou pracovat, aby nedocházelo k případnému znehodnocení či znečištění. Ačkoliv jsou všechna tato „kritická místa“ ošetřena pomocí směrnic a nařízení, může dojít k nečekaným událostem, kterými jsou například poruchy výrobních zařízení zpracovávající surovinu, poruchy chlazení, výpadek elektrické energie či selhání lidského faktoru. Náchylné není samozřejmě jen uchování a zpracování mléka, ale i zpracování a následné skladování již připravených polotovarů a také hotových výrobků, které i po průchodu tepelnými nebo zchlazovacími procesy musí být stále uchovávány v chladících zařízeních, neboť přerušení chladicího řetězce by i v tomto okamžiku znamenalo jejich poškození.

Proto je snahou zachytit tato nebezpečná místa a vytvořit taková opatření, aby se případným problémům co nejvíce předcházelo. Pokud však problém přesto nastane, je

² MRP je plánovací postup, jehož smyslem je naplánovat přísun materiálu, zadávání a odvádění výroby tak, aby byl dodržen hlavní výrobní plán. MACUROVÁ, P. - KLABUSAYOVÁ, N. *Praktikum z logistického managementu*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU, 2002. ISBN 80-248-0104-3.

nutné jej konzultovat se všemi zainteresovanými pracovníky. To znamená stálou spoluprací oddělení nákupu mléka s výrobou, aby v případě problémů s nákupem či příjmem mléka mohla být učiněna rychlá náprava, dále pak spoluprací výroby s technickým oddělením (údržbou), aby v případě jakékoli závady došlo co nejdříve k jejímu odstranění a nevznikaly tak situace, které by mohly vést ke škodě na surovině nebo polotovaru. Samozřejmostí je i spolupráce výroby s materiálně technickým zásobováním, aby se předcházelo zbytečným prostojům z důvodu nedostatku výrobního či balicího materiálu a spolupráce výroby s oddělením jakosti, protože veškerý příjem suroviny, výroba polotovarů a hotových výrobků, musí být pod stálou laboratorní kontrolou pro ochranu spotřebitelů před zdravotně závadnými výrobky. V neposlední řadě je důležitá spolupráce oddělení plánování – výroba – odbyt, aby v případě nutného navýšení prodeje (prodejní akce u odběratelů mohou být doplněny do měsíčního plánu až v průběhu měsíce) byla výroba včas informována o vyšších požadavcích na výrobní zakázky a byly zajištěny veškeré potřebné materiály.

Pro ukázkou konkrétních kritických míst ve výrobních procesech, mi byly poskytnuty materiály a pracovní postupy týkající se výroby smetan a jogurtů na zařízeních Gasti 62 a Gasti 82.³

Příprava polotovaru pro jogurty probíhá v míchacích tancích, ve kterých se nejdříve smíchá potrubím napuštěné pasterované mléko, v potřebném množství a tučnosti, a smetana. K tomuto jsou pak přidávány další komponenty (např. sušené odstředěné mléko, cukr a stabilizátory) a celá směs je podle potřeby po určitou dobu míchána, šlehána a ponechána bobtnat. Poté je odebrán vzorek pro laboratoř a ta informuje obsluhu o výsledcích rozboru, které musí vyhovovat stanoveným parametrům. Před zakysáním směsi je změřena její teplota a odebrány vzorky pro mikrobiologické vyšetření. Následně se vmíchává kultura připravená v laboratoři podle vnitropodnikové směrnice a je opět proveden mikrobiologický test.

Dalším úkolem po dosažení požadované kyselosti je vychladit směs na teplotu podle jednotlivých druhů jogurtů. Chlazení probíhá při čerpání jogurtu z procesního tanku do úchovného. Při těchto operacích je důležité sterilovat a hlídat připojení mezi tanky a samozřejmostí je odebrání vzorku. Následuje připojení kontejneru s příslušným ovocem

³ MLÉKÁRNA KUNÍN, a. s. ISO postup MK-PP-906-01 až MK-PP-906-05. 2000.

k plnicímu zařízení, které má přísné hygienické podmínky, aby nedošlo k infekci hotového výrobku. Koncovky hadic a uzávěry se sterilují párou i desinfekčními prostředky.

Nejvíce kritickým místem je podle dosavadních zkušeností plnění polotovarů do kelímků v prostředí baličky. Do stroje se vkládají kelímky a víčka, jejichž zásobníky jsou předtím desinfikovány a manipulace s nimi musí probíhat za maximální čistoty. Problémem, který pracovník není schopen ovlivnit, může být nesprávné přilepení víčka ke kelímku nebo nekvalitní obalový materiál (praskání kelímků, trhání víčka). Ovšem nastavení objemu dávky polotovaru a marmelády, které mají být do kelímků napuštěny, a data spotřeby, které je tištěno na víčko, závisí na obsluze stroje, tedy na lidském faktoru. Obsluha také proto v průběhu plnění provádí kontrolu správnosti a čitelnosti data použitelnosti, těsnosti obalu a jeho kvality. Hotové kelímky, bezprostředně vkládané do kartónových plat, ukládají pomocní pracovníci balící linky na palety a označené je odvázejí do chladírny, kde se jogurty dochladí na teplotu 4-8°C. Plata jsou v baličce skládána a lepena z připravených kartonů a často se zde stává, že jsou trysky lepidel zaneseny a poskládaná, ale neslepená plata putují dál. Nebo se kartony při skládání ve stroji pokrčí a než se složitým způsobem vytáhnou ven, musí se celý proces balení jogurtu do kelímků zastavit.

Samozřejmou součástí výroby je také čištění a seřizování strojů s cílem zabezpečit hygienickou nezávadnost hotových výrobků. Čištění stroje je prováděno samostatnou čistící stanicí, jejíž řízení je zajištěno v návaznosti na chod stroje. Obsluha baličky otevře ventil přívodu vzduchu pro stanici, umyje vkladač kelímků a víček a zajistí je krytem, očistí svařovací hlavy a razítka dat, odšroubuje potrubí z tanků a přišroubuje čistící potrubí pro páru, teplou a studenou vodu. Čištění může být dlouhé pomocí louhu a kyseliny nebo krátké pouze louhem (tyto látky jsou obsaženy v nakupovaných čistících prostředcích). V obou případech probíhá po čištění prostředky proplach vodou, desinfekce a sterilizace párou.

Ke zpracování a výrobě různých druhů výrobků se používají odlišná výrobní zařízení a samozřejmě odlišné výrobní postupy. Zde je výčet těchto výrobních zařízení:

- čerstvé mléko - výrobní zařízení - pasterování mléka a úprava tučnosti
 - plnicí zařízení - AVE a Galdi
- trvanlivé mléko - výrobní zařízení - Turbo, Alfa Laval, pasterování a úprava tučnosti
 - balící zařízení - TBA (vše Tetra Pak)

- zakysané výrobky - pastér specialit - příprava a pasterování mléka jako zákl. suroviny
 - míchací tanky - ze suroviny a dalších látek vzniká polotovar
 - procesní tanky - zrání polotovaru
 - úchovné tanky - pro připojení na plnicí zařízení výrobních linek
 - výrobní linky - Gasti 21, Gasti 82, Trepko, Atipak
- smetany - procesní zařízení - TTA Flex, pasterování a úprava tučnosti
 - balící zařízení - Gasti 62
- dezerty - procesní dezertní linka - TetraPak
 - balící zařízení - Gasti 42

2. Teoreticko-metodologická východiska

Metodou, která by měla podniku vyřešit uvedené problémy ve výrobě, je Teorie omezení (*Theory of Constraint*, TOC).⁴

Teorie omezení vznikla v závěru dvacátého století, kdy nově vzniklé technologie umožnily také vznik nových výrobků, způsob jejich realizace i prodeje a změnily zvyklosti zákazníků. Problémy provázející realizaci však zůstaly podobné: zpoždování termínů zakázek, překračování plánovaných rozpočtů, existence změn, které nebyly na počátku předpokládány nebo střet priorit, pokud nejsou potřebné zdroje k dispozici v požadované době. Správné rozhodování v prostředí, které je v současnosti velmi dynamické a proměnlivé, je obtížné. Při hledání správného řešení je proto důležité zvažování důsledků na celkový výsledek podniku. Současná praxe je však jiná. Za dobře odvedenou práci jsou odměňovány jednotlivé útvary a nastává střet jejich podnikových cílů. Například oddělení nákupu, kde je prioritou minimalizace nákladů, s oddělením jakosti, nebo velikost sjednaných zakázek v oblasti odbytu s kapacitou či optimalizací výroby. Další příčinou, způsobující odlišné vnímání podnikových cílů, je osobní spokojenost zainteresovaných osob. Cílem vlastníka je růst zisku, ceny akcií nebo podílu na trhu, manažer jej vidí v dosažení minimálních nákladů a optimalizaci ekonomických ukazatelů, spokojeností zaměstnance je jistota práce a výdělku i odborný růst, zákazník pak očekává včasné dodání kvalitních a cenově přijatelných produktů. Při snaze optimalizovat všechny tyto požadavky současně, dochází k přijímání rozhodnutí, které je nutné v krátkém čase měnit a často jsou i protichůdná. Společným cílem pro všechny však zůstává vydělávání peněz. Z toho také TOC vychází.

2.1. Základní metriky TOC

Pokud má tedy podnik prosperovat, je třeba směřovat ke sjednocení zájmů dílčích podnikových útvarů i zájmových skupin a soustředit úsilí na ukazatele vyjadřující zmíněné „vydělávání peněz“. Z tohoto důvodu je důležité mít vhodné nástroje na měření (metriky) a vyhodnocení jejich plnění. V praxi je úspěšnost či efektivnost podniku měřena několika základními finančními ukazateli.

⁴ BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi. Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.

Tím nejzákladnějším je hodnota čistého zisku, který je získáván z finančního výkazu zisků a ztrát. Druhým základním údajem může být poměrový ukazatel představující návratnost investic - ROI (*Return of Investment*), k jehož zpracování je potřeba rozvahy a výkazu zisků a ztrát. Dalším, neméně důležitým ukazatelem, je hodnota cashflow, která charakterizuje velikost manévrovacího prostoru, který má podnik k dispozici při dosahování svých cílů.

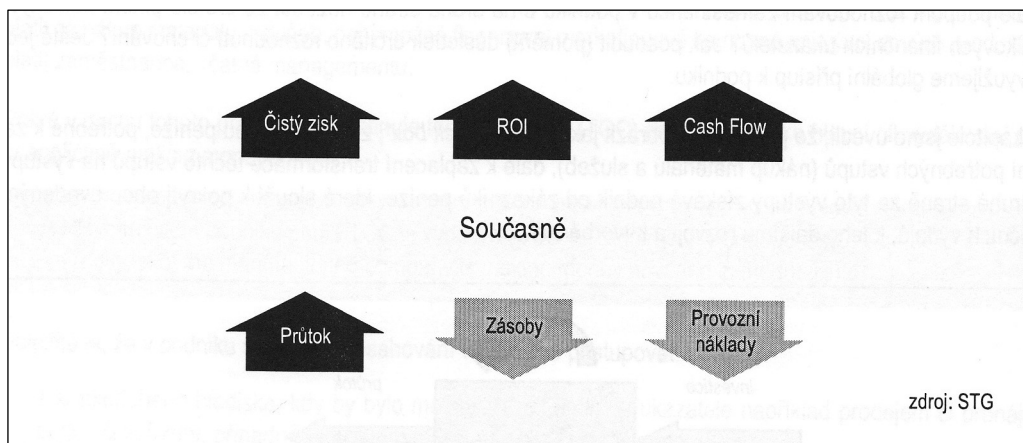
Tyto finanční ukazatele jsou schopni využívat vlastníci podniku i členové podnikového managementu, ovšem jejich důležitost a srozumitelnost na nižších úrovních řízení klesá. A jejich vazba na výsledky vyplývající z rozhodnutí zaměstnanců nebývá vždy zcela jasná. Přitom právě dobrá znalost cílů podniku a schopnost naplňovat je při každodenním rozhodování, jsou základní podmínky úspěšnosti firmy.

Jak ale v tomto duchu podpořit rozhodování zaměstnanců a zároveň mít na zřeteli plnění důležitých finančních ukazatelů? Na podnik je třeba primárně nahlížet jako na relativně uzavřený systém, který má vazby na své okolí - dodavatele a zákazníky. Základními prvky, které v tomto systému figurují, jsou tedy vstupy a výstupy. Podnik by pak bylo možno přirovnat k určitému „black boxu“, z něhož plynou peníze, potřebné k zajištění potřebných vstupů (nákup materiálu a služeb) a k transformaci těchto vstupů na výstupy.

TOC definuje tři základní finanční metriky:

- **Průtok** - peníze, které podnik obdrží za realizaci svých výrobků a služeb. Přesněji se jedná o peníze z prodeje, mínus veškeré variabilní náklady, tedy o prodejní cenu sníženou o cenu surovin (v angličtině *throughput*).
- **Investice (zásoby)** - peníze vydané na nákup potřebných komponent. Jedná se o veškeré peníze vázané v podniku i peníze za zboží, které se kupuje za účelem prodeje (v originální literatuře TOC *inventory*).
- **Provozní náklady** - peníze vydané na vlastní transformaci zásob na prodejné produkty. Jinými slovy jde o peníze, potřebné k přetváření investic na průtok (v angličtině *operating expense*).

Pozn.: Průtok je v TOC chápán jako absolutní hodnota symbolizující tok peněz z prodeje produktů, snížený o variabilní náklady, i jako rychlost generování přírůstku hlavního cíle na úzkém místě (viz. text dále).



Obr. 2.1 Metriky používané při dosahování podnikového cíle

Souvislost mezi klasickými finančními metrikami, provozními metrikami (metrikami TOC) a dosahováním hlavního cíle podniku ukazuje obr. 2.1⁵. Obecně platí, že pokud roste současně čistý zisk, rentabilita i hotovost podniku, pak se podnik jednoznačně blíží svému cíli - vydělávat peníze. Pokud se ovšem alespoň jedna z finančních metrik nezlepšuje, případně se zhoršuje, musí být provedeny náročné finanční analýzy, abychom zjistili, jestli podnik ještě vydělává či v jaké míře prodělává. U provozních ukazatelů platí, že pokud se jejich hodnoty pohybují naznačenými směry současně, pak podnik svůj hlavní cíl plní. Pokud jedna z metrik směr mění, zatímco ostatní dvě zůstávají, podnik stále vydělává peníze. Provozní a finanční metriky se tedy přímo ovlivňují a z tohoto důvodu TOC jednoznačně preferuje používání provozních metrik systému pro rozhodování v porovnání s klasickými finančními metrikami.

Dalším rozdíl lze nalézt z hlediska použitelnosti obou typů metrik pro stanovení priorit jednotlivých metrik při rozhodování. Z hlediska průtoku (pohled TOC) je to primárně maximalizace průtoku, doprovázena minimalizací zásob a provozních nákladů, které zároveň maximalizují uvedené hlavní finanční ukazatele. Důvodem je potenciál zlepšování jednotlivých metrik. Například nejlepší finanční hodnota prostředků vázaných v zásobách (v TOC investice) je limitována nulou. Stejný, i když méně reálný a nepraktický je předpoklad pro limitní hodnotu financí, nutných na provozní náklady. A tak pouze metrika průtoku umožňuje dlouhodobější a trvalý růst a lze ji zvyšovat v souladu s cílem podniku. Toto je hlavním důvodem, proč by se úsilí managementu a rozhodování zaměstnanců mělo primárně zaměřit tímto směrem - směrem zvyšování a maximalizace průtoku.

⁵ BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi. Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.

2.2. Dosahování cíle brání jistá omezení

V praxi se však neomezených hodnot průtoků a tím i finančních příjmů podniku nedosahuje. Proč? TOC to vysvětluje tak, že vždy existuje určité omezení, které dalšímu růstu brání. Podle ní je v podniku v daném okamžiku vždy jedno nebo několik základních omezení, která brání maximalizaci průtoků. TOC nabízí vlastní řešení, jak se v podniku orientovat. Často se zde totiž využívá Paretova principu, jehož vhodnost se však snižuje s klesající opakovaností sledovaných jevů.

Názorným příkladem je omezení, které v podniku vzniká na toku produktů, které při zpracování postupně procházejí jednotlivými podnikovými odděleními. Vždy (pokud se omezení nachází uvnitř podniku) bude jedno z těchto oddělení pro tok z hlediska své disponibilní kapacity limitující. Následkem tohoto omezení nebude možné dosáhnout vyššího průtoků produktů na výstupu z podniku.

Toto omezení - v TOC nazýváno úzké místo (*bottleneck*) - má tu vlastnost, že jeho průchodnost určuje celkovou průchodnost podnikem. Jinými slovy to znamená, že pokud bychom mohli zvýšit kapacitu tohoto omezení, zvýšíme i průchodnost celého podniku a tím i jeho průtok. Na druhé straně, pokud dojde k výpadku či přerušení práce právě v tomto omezení, projeví se to v hodnotě nižšího průtoků podniku. Tato situace je v TOC popisována větou: „Minuta ztracená na úzkém místě je ztrátou celého systému.“. Ovšem také platí, že minuta ušetřená na tzv. „neúzkém místě“, které není omezením podniku, nemá vliv na jeho průtok a je proto irelevantní.

Omezení podniku je tedy tím nejslabším článkem pomyslného řetězce podniku. Je to cokoli, co brání dosahování cíle. V podnikové praxi lze toto omezení identifikovat na různých místech - ve výrobě, v rámci podniku i celého dodavatelského řetězce (tab. 2.1).

Oblast	Omezení
Výroba	Stroj - kapacitně úzké místo Plánování výroby Špatně zvolené výrobní dávky
Podnik	Jednotlivá oddělení podniku Finanční prostředky podniku Podniková kultura, motivace zaměstnanců Umístění podniku v rámci dodavatelského řetězce
Dodavatelský řetězec	Jeden z podniků řetězce Kooperace podniků Podniková kultura

Tab. 2.1 Příklady podnikových omezení

Podniková omezení jsou rozdělena podle dvou základních kritérií:

1. Pozice omezení vůči hranicím podniku:

- interní (uvnitř podniku) - uvedeny výše, tvoří základní oblast možných podnikových změn
- externí (vně podniku) - dodavatele a jejich kvalita a spolehlivost dodávek, zákazníci limitující nákupem a spotřebou daného produktu, legislativní opatření

2. Fyzická reálnost omezení:

- hmotná - výrobní stroje a zařízení s nedostatečnou kapacitou, pracovní síla
- nehmotná - špatně definované podnikové procesy, způsob řešení problému zaměstnanci, mimořádně drahá zařízení, nedostatečný průzkum trhu

Na nehmotná omezení poukazuje praxe TOC, protože vytvořená pravidla rozhodování a chování lidí bývají tou největší překážkou zlepšování. Jejich identifikace a následné odstraňování je však ve srovnání s hmotnými omezeními složitější.

2.3. Principy zlepšení

Postup řešení změn a zlepšování, realizovaný v podniku na základě metody TOC, obsahuje několik základních principálních přístupů - principů a technik.

Princip Sokratovské metody

Sokratovská metoda představuje jeden ze způsobů zobrazování a vnímání reality, hledání konfliktu a jeho následného řešení. Jak název napovídá, tuto metodu používal při výuce svých žáků řecký filozof Sokrates. Je postavena na kladení otázek učitelem žákům s cílem přivést je k úvahám o řešení, které objevují samotní žáci. Znamená to tedy, že se žáci (obecně posluchači) nedozvídají správnou odpověď, ale jsou dotazováni do té doby, než sami tuto odpověď naleznou.

Tento přístup je první důležitou částí konceptu řešení podle metody TOC, který provádí inicializaci změny v organizaci prolomením lidských bariér a eliminací možných obav.

Princip pěti kroků TOC

Princip základních pěti kroků je prakticky zahrnut ve všech dílčích přístupech metody TOC, které se věnují jednotlivým oblastem v podniku (prodej, finance, marketing, distribuce, výroba, informační systém).

Těchto pět základních kroků představuje vlastně návod, podle něhož se postupuje:

1. krok: identifikace omezení systému
2. krok: maximální využití daného omezení
3. krok: podřízení všeho v systému (podniku) tomuto omezení
4. krok: odstranění omezení
5. krok: opakování cyklu z důvodu možného výskytu nového omezení

Primární je tedy v TOC identifikace omezení, které může být interní nebo externí, hmotné nebo nehmotné. Identifikace probíhá na základě pozorování, kapacitní bilance nebo simulace toku.⁶ V druhém kroku se jedná o maximální využití tohoto omezení, neboť - jak bylo zmíněno dříve - platí, že „minuta ztracená v tomto omezení je ztrátou celého systému“. Ve třetím kroku se opět prakticky prosazuje celkový pohled na podnik a eliminují se postupy, které by vedly k optimalizaci pouze dílčích cílů. To může také znamenat nižší využití některých dalších činností a z lokálního pohledu nižší efektivnost. Teprve po dosažení stavu po tomto třetím kroku může být případně omezení odstraněno. Tím ale tento proces nekončí, závěrečný krok je zároveň návratem k prvnímu kroku. Tento krok reaguje na skutečnost, že v rychle se měnícím okolním prostředí neexistují trvalá, stálá, definitivní a konečná řešení. Nevhodné je totiž ustrnutí podniku a jeho minimální snaha dále se zlepšovat prostřednictvím identifikace dalších omezení. V metodě TOC je obecně kladen velký důraz na to, aby se právě určitá setrvačnost nestala tím hlavním podnikovým omezením.

Ukázku těchto základních pěti kroků pro oblast výroby, projektového řízení a celkové úrovně podniku zachycuje tab. 2.2⁷.

⁶ viz. kapitola 2.5 Zjišťování kapacitních úzkých míst

⁷ BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi. Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.

	Výroba	Projektový management	Podnik
1. <i>Identifikace</i> omezení systému	<ul style="list-style-type: none"> • disponibilita materiálem, • kapacita strojů 	<ul style="list-style-type: none"> • zdroje projektu, • znalosti řešitelů 	<ul style="list-style-type: none"> • trh, • podniková kultura, • motivace lidí
2. Rozhodnutí o <i>využití</i> omezení systému	<ul style="list-style-type: none"> • nulové ztráty materiálu a kapacit, • vhodná údržba zařízení 	<ul style="list-style-type: none"> • trvalé využití limitního zdroje 	<ul style="list-style-type: none"> • eliminace ztrát v místě omezení
3. <i>Podřízení</i> všeho rozhodnutí v kroku 2	<ul style="list-style-type: none"> • začlenění vhodných rezerv materiálu a času 	<ul style="list-style-type: none"> • užití časových rezerv k ochraně omezení projektu, • zamezení rozptylování klíčového zdroje 	<ul style="list-style-type: none"> • podrobení se společným omezením podniku
4. <i>Rozšíření</i> systémového omezení	<ul style="list-style-type: none"> • lepší dodávání materiálu, • obstarání nového stroje 	<ul style="list-style-type: none"> • nový zdroj pro rozšíření omezení 	<ul style="list-style-type: none"> • zlepšení marketingu • trénink personálu
5. Pocit <i>uspokojení</i> se nesmí stát novým omezením	<ul style="list-style-type: none"> • trvale věnovat pozornost hlavním omezením výroby 	<ul style="list-style-type: none"> • trvale věnovat pozornost hlavním omezením projektu 	<ul style="list-style-type: none"> • trvale věnovat pozornost hlavním omezením podniku

Tab. 2.2 Příklady aplikace principů „pěti kroků TOC“ v podniku

Tento princip tvoří důležitý základ pro rozhodování, ale v souvislosti s chápáním cílů podniku, existují ještě dva důležité předcházející kroky. Jsou to: stanovení cíle systému a způsob měření pokroku směrem k dosažení cíle, kroky zdůrazňující vzájemnou souvislost mezi hledáním omezení a jeho vazbou na definovaný cíl. Bez specifikace cíle a jeho měření by nebylo prakticky možné naplnit první krok - identifikovat omezení.

Princip kauzality: následek - příčina - následek (effect - cause - effect)

Princip kauzality napomáhá zvládnutí inovativního myšlenkového pohledu na danou podnikovou realitu. Využívá se logického popisu problému, kdy se postupně střídá následek, příčina, následek. Takto vzniklé diagramy (v TOC označovány jako stromy) pomáhají uspořádat a vizualizovat na první pohled mnohdy složité situace. Druhou podstatnou předností tohoto postupu je identifikace dalších, původně nepojmenovaných problémů a stavů, které však zákonitě vyplývají právě z příslušné kauzální logiky.

Použití tohoto nástroje umožňuje rychlé sestavení věrného modelu současného stavu, se zachycením podstatných příčinných vztahů, což napomáhá i rychlejší implementaci požadovaných změn. Tento nástroj tedy zvyšuje i dynamičnost informačních systémů.

Pomocí principu kauzality jsou sestrojovány diagramy (stromy) napomáhající realizacím změn v různých oblastech.

Koncept zlepšení v podniku podle metody TOC

Obecně se diagramy stromů využívají při hledání odpovědí na tři základní otázky:

1. Co změnit - cílem je odhalení současného omezení s použitím techniky stromu současné reality.
2. Na co to změnit - cílem je pomocí technik stromu budoucí reality a diagramu konfliktu popsat budoucí cílový stav.
3. Jak změnu provést - cílem je propracovat implementační plán změny ze současného stavu do budoucího. Využívají se techniky stromu překážek a přechodu.

Ačkoliv tento proces vyžaduje mnoho času, je velmi účinný pro efektivní průběh projektu změny.

2.4. Oblast plánování a řízení výroby podle metody TOC

Metoda TOC se uplatňuje ve všech oblastech podnikového řízení, pro řešení tohoto konkrétního případu však postačí poznatky věnované plánování a řízení výroby.

Jak již bylo zmíněno, samotná identifikace úzkého místa nezaručuje dobrý plán. Důležité je také vytížení úzkého místa a podřízení zbytku podniku tomuto omezení. Všechny tyto kroky tvorby plánu v TOC směřují k tomu, aby byl **plán**:

- **Realistický** - lze podle něj vyrábět, protože bere v úvahu všechna systémová omezení.
- **Produktivní** - každý plán, který zaručuje nárůst průtoku a současně pokles zásob a provozních nákladů
- **Imunní vůči problémům** - neočekávané narušení plánu (pozdě dodaný materiál, defekt stroje, absence dělníka) nezpůsobí jeho kolaps.

Velmi často se v praxi výrobního podniku vyskytnou *situace, které existují* jakoby *nezávisle na jeho vlastním úsilí*, nejsou zdánlivě řízeny nebo předvídány, většina z nich je přičtena náhodě nebo špatnému vlivu okolního prostředí. Pokud je nalezen viník, pravděpodobně to není ten správný viník. Jsou to například tyto situace:

- dodací lhůty a průběžná doba výroby jsou delší, než je zákazník ochoten čekat,
- časté nedodržování termínů dodávek,
- některé skladované položky nejdou na odbyt, jiné zákazníci požadují a ty nejsou k dodání,
- zatížení výroby ve „vlnách“,

- přesouvání úzkých míst ve výrobě z místa na místo,
- časté změny plánu (nesoulad mezi plánem výroby a jeho realizací),
- nedostatek času na skutečně dobrá rozhodnutí.

Všechny tyto symptomy mají původ v existenci tzv. generického konfliktu výroby. Aby byl splněn hlavní cíl (dobře řídit), musí být současně naplněny dílčí cíle - snižování nákladů a redukce ztrát, zvyšování průtoku zakázek výrobou. Aby se mohly trvale snižovat náklady, musí být používány ukazatele lokální efektivity (ziskovost výrobku, nákladovost střediska, vytížení zdrojů). Aby však bylo zjištěno, zda dochází ke zvyšování průtoku, neměly by se používat ukazatele lokální efektivity. Nastává tedy konflikt „používání a nepoužívání“ ukazatelů lokální efektivity a ten vede k neustálé oscilaci mezi oběma stavy.

Základním principem, který se v oblasti plánování a řízení výroby používá, je princip pěti kroků TOC. V následujících kapitolách jsou některé jeho kroky blíže rozvedeny.

2.5. Zjišťování kapacitních úzkých míst

TOC se převážně zabývá identifikací hmotných omezení, a to primárně z hlediska kapacitních možností výroby, jelikož nehmotná omezení jsou složitěji zjištělná a následně odstranitelná.

Výchozím krokem při práci s kapacitními úzkými místy je zjištění, která pracoviště jsou úzkými místy. Současně je třeba blíže poznat charakter úzkého místa, příčiny jeho existence a další okolnosti. Zde je přehled nejdůležitějších otázek, které by měly být položeny a zodpovězeny.⁸

1. Která pracoviště jsou úzkými místy? Je pouze jedno nebo jich je více?
2. Jaký je charakter jednotlivých úzkých míst, jsou stálá nebo proměnlivá?
3. Jak velká je kapacitní nevyváženost v provozu?
4. Jaké jsou příčiny existence úzkých míst?
5. Existuje jen jediná varianta průchodu výrobou nebo je možné využít náhradních procesů?
6. Jaké jsou varianty náhradních procesů?

⁸ BAZALA, J. a kol. *Logistika v praxi. Praktická příručka manažera logistiky*. 1. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 2003. 2285 s. ISBN 80-86229-71-8.

7. Jak se liší jednotlivé varianty z hlediska času, spotřebovávané energie, materiálů, nároků na kvalifikaci, seřízení a manipulaci, velikosti dávky a dosažené kvality? Jak se to promítne v nákladech?

K jejich zodpovězení je třeba provést analýzu současného způsobu organizace výroby. Při hledání úzkého místa jsou využívány tyto postupy:

a) **Pozorování a zkušenost**

U stálých a jednoduchých výrob jsou úzká místa známa dopředu. U složitějších výrob je poznáme podle zpoždování a hromadění rozpracovanosti.

b) **Kapacitní propočty**

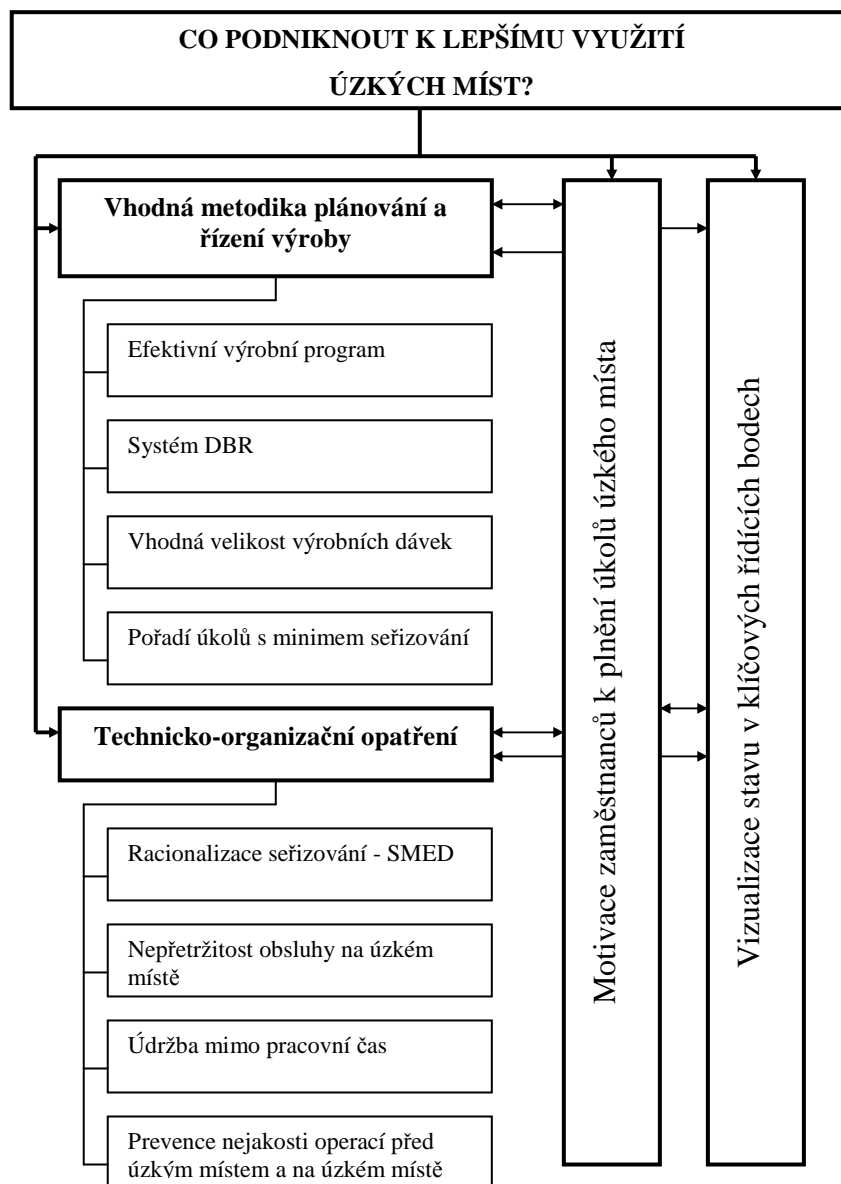
Jejich principem je zjištění kapacitních nároků na uvažované varianty plánu a jejich porovnání s disponibilní kapacitou jednotlivých pracovišť. Tato bilance umožní zjistit stupeň vyváženosti, místa přetížení či nevytížení kapacit. Bilance by se měla znovu propočítat při každém zjemnění výrobního plánu.

c) **Počítačová simulace**

Počítačová simulace graficky znázorňuje průchod uvažovaného sortimentu výrobním systémem. Osvědčuje se tak především u pohyblivých úzkých míst.

2.6. Lepší využití úzkých míst

Smyslem uvedených opatření je redukovat příčiny, nedovolující plné využití úzkého místa a dosažení jeho potenciální výkonnosti. Těmito příčinami jsou omezení, která by měla být identifikována v prvním kroku práce s úzkými místy a jejichž odstranění je nyní potřeba. Opatření ke zvýšení využitelnosti úzkých míst je celá řada. Přehled těch z nich, která lze považovat za významná a relativně schůdná, je uveden na obr. 2.2⁹.



Obr. 2.2 Lepší využití úzkých míst

⁹ BAZALA, J. a kol. *Logistika v praxi. Praktická příručka manažera logistiky*. 1. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 2003. 2285 s. ISBN 80-86229-71-8.

2.7. Metoda Drum-Buffer-Rope

Metodu *Drum-Buffer-Rope* lze stručně charakterizovat pomocí těchto kroků:

1. Vytvoření hlavního plánu výroby pro kritické místo výroby (*drum*, buben).
2. Ochránění propustnosti výroby před nevyhnutelnými problémy umístěním časových zásobníků práce před relativně malé množství pracovišť ve výrobě (*buffer*, zásobník).
3. Odvození práce všech nekritických pracovišť od kritického pracoviště (*rope*, lano).

2.7.1. Drum (buben)

Buben lze definovat jako podrobný hlavní plán továrny, který určuje rytmus celé výroby. Musí být v souladu s požadavky zákazníků a zároveň s fyzickými omezeními továrny. To vyžaduje, aby při odvozování rytmu práce byly identifikovány a brány v úvahu kritické výrobní zdroje. V opačném případě by došlo k nadměrnému zatížení kritických pracovišť, ohrožení plánovaného toku materiálu a následně ke zpoždění zákaznických objednávek.

Prvním krokem při implementaci systému DBR je sestavení podrobného hlavního plánu těchto kritických zdrojů. Existují tři základní faktory, jejichž kombinace bude určovat výkonnost továrny:

- priority výroby
- procesní velikosti dávek
- přepravní velikosti dávek

Priority

Pokud kritické pracoviště nevyžaduje koordinaci s jinou procesní dávkou, jsou prioritami na tomto místě termíny dokončení jednotlivých zakázek a časy zbývající k dokončení zakázky poté, co rozpracovaná zakázka opustí kritické pracoviště. Kritické pracoviště musí pracovat v prioritách a velikostech procesních dávek, které jsou dány zakázkami.

Procesní dávky

Vyžaduje-li kritické pracoviště koordinaci mezi dvěma procesními dávkami, je problémem určit, kdy přestat pracovat na jednom výrobku a zaměřit se na jiný. Toto je navíc komplikováno faktem, že optimální procesní velikost dávky může být různá pro různé produkty a může se v čase měnit.

Pokud jsou procesní dávky rovny velikosti zákaznických dávek, mohou tyto sekvence způsobit nadměrný počet seřizování strojů na jiný výrobek. Výsledkem je mírné zpoždění prvních zakázek, které dále může narůst do nepříjemných rozměrů. Větší procesní dávky zkracují nutnou celkovou dobu na seřizování, což umožňuje větší průtok pracovištěm. Velké dávky však vznikají sloučením zákaznických objednávek, a tak mohou být některé objednávky vyrobeny předčasně a jiné pozdě. Dalším negativním důsledkem je to, že rozpracované díly tráví delší dobu ve frontě před pracovišti, což prodlužuje průběžnou dobu výroby a zvyšuje zásoby.

Přepravní dávky

Zbývajícím komplikujícím faktorem je velikost přepravní dávky. Menší přepravní dávky urychlí tok výroby a sníží zásoby, ale také mohou způsobit nadměrnou manipulaci s rozpracovanou výrobou. Naopak je to s velkými dávkami. Při stanovení optimální velikosti jde o nalezení kompromisu mezi rychlejším tokem materiálu a náklady na častější transport rozpracované výroby. Rychlejší tok materiálu má však také vliv na zkrácení průběžných dob výroby a zlepšení kvality (kratší doba mezi vznikem nekvalitního výrobku a jeho objevením).

2.7.2. Buffer (zásobník)

V okamžiku, kdy máme k dispozici hlavní plán výroby, je možné aplikovat další kroky metody DBR, tedy nastavit velikost ochranných zásobníků práce a odvodit termíny pro uvolňování materiálu do výroby.

Zásobníky mohou být časové nebo kusové a je velmi důležité porozumět rozdílům mezi těmito dvěma typy.

Časový zásobník reprezentuje přídatnou průběžnou dobu výroby a zajišťuje tak ochranu průtoku před neplánovanými problémy. Znamená vlastně dřívější dostupnost materiálu nebo rozpracované výroby před plánovanou operací na daném pracovišti.

Kusový zásobník představuje zásoby hotových výrobků, rozpracované výroby nebo materiálu a umožňuje lepší reakci výroby na splnění zákaznických objednávek. Díky kusovým zásobníkům může výroba uspokojovat zákaznické požadavky v době kratší, než je průběžná doba výroby. Měly by být tedy použity pouze na díly, které jsou standardizované a po nichž je vysoká poptávka.

Časové ani kusové zásobníky neznamenaají zvýšení zásob systému, ani prodloužení průběžné doby výroby. Jejich implementace znamená přesunutí zásob do strategických míst výroby a eliminaci všech ostatních plánovaných zásob a nadbytečných průběžných dob. To ve většině firem vede ke snížení zásob a zkrácení průběžných dob výroby.

2.7.3. Rope (lano)

Buben poskytuje hlavní plán výroby, časové zásobníky práce poskytují jistotu, že objednávky budou plněny včas a s minimálními náklady. Cílem lana je zajištění synchronizace všech nekritických výrobních zdrojů tak, aby sloužily těm kritickým. Velikost procesních dávek je určena hlavním plánem výroby (*drum*). Funkce lana spočívá v tom, že vhodně vytěžuje nekritické výrobní zdroje (nepřetěžuje je a nezpůsobuje „kradení“ materiálu mezi výrobními zakázkami) a materiál je uvolňován do výroby a zásobníků práce tak, aby podporoval plánovaný průtok. Pro efektivní řízení DBR je nutné zvolit další kontrolní řídicí body ve výrobě (body uvolňování materiálu do výroby, kritické výrobní zdroje, body divergence a konvergence toku materiálu).

2.8. Tvorba výrobního plánu

Aplikace, která se věnuje tvorbě výrobního plánu podle TOC, se nazývá OPT (*Optimized Production Technology*).¹⁰ Postup tvorby výrobního plánu je následující.

1. Identifikace úzkého místa

Tvorba dobrého plánu musí začít u identifikace omezení. Tato omezení mohou být:

- **Dodavatelská** - jsou skutečným omezením pouze v případě, že je fyzická dostupnost materiálu od všech potenciálních dodavatelů nižší, než požadavky výroby. Omezení tedy ve skutečnosti vzniká na základě práce s dodavatelem.
- **Tržní** - obdobná situace je na straně odběratelů. Trh pro dané výrobky není menší než kapacita výroby, ale existuje procedurální komunikace při práci s trhem.

Pro obě výše uvedené omezení je vhodnější použít aplikaci TOC v oblasti prodeje a marketingu.

¹⁰ BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi. Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.

- **Interní** - kromě kapacitních omezení se většinou vyskytují procedurální, která vytváří samotné vedení podniku ve formě příkazu výroby určitého množství či vytíženosti pracoviště.

2. Odstranění konfliktu mezi omezeními

Existence úzkého místa znamená, že firma není schopna uspokojit všechny zakázky v požadovaném termínu. Podnikový informační systém není schopen poskytnout požadované informace a firma se tedy musí rozhodnout, kterým klientům dát přednost nebo poskytnout alespoň částečnou dodávku. Následující kroky jsou graficky znázorněny v Příloze 1.

Nejdříve musí být rozhodnuto co vyrábět a v jakém množství (počítat také se zmetkovitostí). Z tohoto může být odvozen čas potřebný na operaci a určit, v jakém okamžiku vyrábět. Toto jsou informace nutné pro výrobu. Když jsou tyto kroky provedeny pro všechny zakázky, vzniká seznam aktivit (bloky práce), které musí omezení vykonat, aby uspokojilo zákazníky.

V tomto okamžiku jsou bloky práce umístěny bez ohledu na dostupnost zdroje a je nutné je srovnat tak, aby mohly plynule procházet výrobou. Posunutím bloků doprava by byly ohroženy termíny zakázek, musí být tedy posunuty doleva, i když budou vyrobeny dříve a zvýší zásoby. Přitom musí být zachováno relativní pořadí zakázek. Tímto postupem se může stát, že některé práce již měly být vykonány v minulosti; stroji ovšem nejde přikázat, aby pracoval včera. Navíc mezi některými bloky zůstaly mezery a jak již bylo řečeno „Hodina ztráty na úzkém místě znamená hodinu ztráty celého systému.“. V minulosti vyrábět nelze. Je tedy nutné posunout všechny bloky práce do okamžiku, kdy levý blok dosáhne na časové ose současnosti. Protože se jedná o úzké místo, je jisté, že některé bloky budou ukončeny později, než bylo původně plánováno.

Tento algoritmus je přesnou aplikací pěti kroků TOC pro oblast plánování, kde je hlavním měřítkem pro hodnocení výkonu továrny **průtok**.

3. Analýza a doporučení pro zlepšení

3.1. Identifikace úzkých míst

Úzká místa jsem identifikovala pomocí analýzy výrobních procesů. Analýzu výrobních procesů jsem prováděla na základě měsíčních výrobních evidencí za 1. čtvrtletí letošního roku, které jsou zvlášť vedeny u každého strojního zařízení. Z evidence jsem získala plánovaný objem výroby, počet výrobních dnů, a z toho odvozený plánovaný čas prostojů. Plánovaný čas prostojů se vypočítá jako součin plánovaných výrobních dnů a průměrného denního času prostojů. Tento průměrný denní čas prostojů je u různých zařízení rozdílný a zahrnuje v sobě jak nutné prostoje (čištění, seřizování a najíždění stroje), tak čas známých poruch, vycházející ze zkušeností. Konkrétně je použit v těchto variantách - 2,33; 3; 3,2; 3,25 a 5,72 hodin.

Př. strojního zařízení Gasti 62P:

plánovaný čas oprav = plánované výrobní dny * průměrný denní čas prostojů (1)

(1) $18,97 * 2,33 = 44,20$ hod.

Denně jsou pak zapisovány skutečné časy prostojů, včetně slovního popisu. Rozdíl jejich měsíční sumy a plánovaného času oprav poukazuje na nepředvídané poruchy, které se v průběhu výrobních procesů vyskytly. Jsou to právě ta omezení, jejichž eliminaci se mám věnovat.

Př. strojního zařízení Gasti 62P:

Skutečný čas prostojů podle evidence je 45,35 hod..

prostoje navíc = skutečný čas prostojů - plánovaný čas prostojů (2)

(2) $45,35 - 44,20 = 1,15$ hod.

Pokud je rozdílem záporné číslo, nebere se toto číslo v úvahu. Ale pokud se jedná o číslo kladné, sníží se o jeho velikost počet výrobních dnů.

Př. strojního zařízení Gasti 62P:

skutečné výrobní dny = plánované výrobní dny - (prostoje navíc/24 hod.) (3)

(3) $18,97 - (1,15/24) = 18,92$ dnů

Přestože byl počet výrobních dnů snížen, objem výroby musí zůstat zachován. Vyplývá to ze smluv s velkoodběrateli, podle kterých je nedodání zboží nebo částečné dodání pokutováno. Tyto problémy se řeší prostřednictvím nového seřazení výroby tak, aby se dalo přecházet mezi druhy výrobků pouze se zkráceným čištěním (používá se jen ve výjimečných situacích. Pokud je závada jen na dopravním pásu, je vyžádána výpomoc zaměstnanců jiného strojního zařízení, kde si přerušení výroby mohou v rámci plánovaných prostojů dovolit, aby balené výrobky odebírali přímo od strojního zařízení a ručně je vkládali do kartonů.

Př. strojního zařízení Gasti 62P:

plánovaný výkon = plánovaný objem výroby : plánované výrobní dny (4)

skutečný výkon = plánovaný objem výroby : skutečné výrobní dny (5)

$$(4) 3\,024\,804 : 18,97 = 159\,452$$

$$(5) 3\,024\,804 : 18,92 = 159\,874$$

Velikosti kapacit výrobních zařízení jsou používány při plánování, ovšem jejich plné využití není vždy možné. Jelikož mají produkty danou dobu trvanlivosti, u většiny z nich se při zadávání objemu výroby vychází pouze z plánovaného počtu výrobků. U trvanlivého mléka a smetan, kde je doba trvanlivosti delší, může být skutečný objem větší než plánovaný, a to do takové výše, jakou dovoluje kapacita strojního zařízení. Pro tento případ však musí být k dispozici polotovary.

Srovnání všech strojních zařízení je uvedeno v Příloze 2.

Z tohoto srovnání vyplývá, že určité neočekávané problémy při výrobních procesech měly výrobní zařízení Gasti 62P a Tetra Pak (i když jen u dvou ze tří prezentovaných měsíců). Pro zřetelnost jsou údaje těchto dvou zařízení uvedeny v následující tabulce.

	Gasti 62P			Tetra Pak		
	leden	únor	březen	leden	únor	březen
Výroba (ks)	3 024 804	3 204 172	3 640 444	4 670 493	4 509 443	4 691 335
Výrobní dny	18,97	21,44	25,13	18,51	17,71	19,92
Plánovaný čas prostojů (hod)	44,20	49,96	58,55	59,23	56,67	63,74
Skutečný čas prostojů (hod)	45,35	54,27	49,18	54,90	62,45	103,13
Prostoje navíc (hod)	1,15	4,31	0,00	0,00	5,78	39,39
Skutečné výrobní dny	18,92	21,26	25,13	18,51	17,47	18,28
Skutečný výkon (ks/den)	159 856	150 712	144 864	252 323	258 136	256 653
Skutečný výkon (ks/hod)	6 661	6 280	6 036	10 513	10 756	10 694
Kapacity výrobních zařízení	9 900	9 900	9 900	20 000	20 000	20 000
Plánovaný denní čas prostojů: 2,33 3,2						

Tab. 3.1 Ukazatelé výrobních zařízení

3.2. Návrhy na odstranění úzkých míst

Tato strojní zařízení jsou tedy v daném období úzkými místy ve výrobě, která brání plynulému toku plánované výroby. Z výrobní evidence, která jsou u zařízení vedena, je možno zjistit, jaké konkrétní problémy se vyskytovaly.

U zařízení Gasti 62P jsou příčinami prostojů tyto situace:

- sterilizace stroje
- porucha na paletizační jednotce - neslepení kartonů, propichování kelímků
- čekání na polotovary
- špatné vkládání kelímků
- hromadění výrobků na pásu
- porucha balicího zařízení
- porucha lepení víček, teploty svařovací stanice
- nesprávné či špatně čitelné datum trvanlivosti
- čištění baličky při prasknutí kelímku

Většina problémů závisí na chování obsluhy strojního zařízení. Nesprávné vkládání kelímků nebo lepení víček je závislé na důkladném vyčištění daných částí stroje. Špatně čitelné datum vzniká nesprávným vložením náplně s inkoustem a datum trvanlivosti se

zadáva také na strojním zařízení. Hromadění výrobků na pásu je důsledkem nastavení vysoké rychlosti pásů nebo pomalého odebrání výrobků z pásů. Sterilace stroje v průběhu výroby je nutná také především při zanedbání čištění stroje. Toto všechno je úkolem obsluhy nebo pomocných pracovníků. Východiskem by tedy byl systém motivace zaměstnanců výroby.

Předpokládám, že v podniku jistý systém odměňování funguje a tradičně jsou v něm zahrnuty i odměny zaměstnanců a sankce za způsobené problémy při nedodržování interních směrnic. Kvůli tomuto však není zaměstnanec motivován pracovat efektivně, ale pouze průměrně. Měl by být proto použit systém s více benefity, jako pitný režim v průběhu směny, zajištěné stravování na všech směnách (ne jen na denní), poukazy do sportovních nebo relaxačních zařízení, příspěvek na životní pojištění či penzijní připojištění apod.

Příčinou poruch na paletizační jednotce je vždy zanesení lepících pistolí, nedostatku lepidla nebo v zůstávání zbytků kartonů v prostředí skládacího prostoru. Těmto poruchám by se tedy dalo předcházet pravidelnou kontrolou. Obsluha zařízení však nemůže odejít od stroje nebo pásu, a proto by na tento úkol musel být zařazen další pracovník. Propočet efektivnosti tohoto rozhodnutí však není jednoduchý.

Nesprávné nalepení víček a praskání kelímků však může mít původ také ve vadném obalovém materiálu. Ačkoliv je dodavatelská firma pečlivě vybírána a při dodání zmetků pokutována, jsou vadné obaly zjištěny až při plnění. Poté mohou nastat dvě situace. Obaly jsou použity, jelikož již není prostor na čekání na novou dodávku a větší problémy by nedodání zboží způsobilo především Mlékárně Kunín. Nebo je výroba zastavena a prodej daného druhu zboží není v následujících dnech možný. Zde není jiné řešení, než vyšší pokuty za dodání vadného obalového materiálu nebo výběr nového dodavatele.

Podíl na nesprávném chodu zařízení má však také jejich stáří. Většina strojů je sice repasovaných, na jejich nové typy však nejsou finance. Podniku se stále ještě vyplatí investovat do nápravy škod a drobných oprav, než do nových zařízení. Stáří pásů je také příčinou hromadění a následného praskání kelímků. Obsluha se snaží pásy hlídat, ale musí také hlídat samotné zařízení a obojí najednou není možné.

Z vlastní zkušenosti vím, že pokud je porucha na stroji technického rázu, je problémem získat k tomuto místu pracovníka údržby. Jak už to tak většinou bývá, „mají

plno práce“ kdesi v areálu společnosti a nejsou k sehnání. Jejich práce by proto měla být také ve větší míře motivována, stejně jako práce všech zaměstnanců oddělení.

Délka času prostojů by mohla být vyřešena pomocí zrychlení seřizovacích procesů při přechodu z jednoho typu výrobku na jiný. Manažeři a technici mají většinou k možnostem zkracování pesimistické postoje, protože tvrdí, že seřizovací časy jsou předurčeny konstrukcí zařízení. Seřizování je však pomocnou činností a mělo by být podřízeno činností, které dávají užitek pro zákazníka. Není tedy dobrým řešením omlouvat nedostupnost mechanika a přenechat tuto práci navazující směně. Někdy se podniky raději zaměřují na zkrácení operačních časů, ale to je obtížné a nákladné a nemusí vést k cíli. Je to možnost až poté, kdy byly odhaleny a vyřešeny časové prostoje při seřizování. Tam, kde je to možné, je nyní používáno pořadí úkolů, které minimalizuje seřizovací časy. Např. pokud je tentýž polotovár plněn do kelímků pod značkou společnosti i pod značkou obchodního řetězce, je při procesu měněn pouze obalový materiál a čištění stroje není potřeba. Další cestou jsou řešení technická (standardizace, automatizace seřizování, zvýšení životnosti nástrojů apod.) nebo zlepšení organizace seřizování - racionalizace pomocí metod SMED a 5S¹¹.

SMED rozlišuje seřizovací činnosti na tzv. vnější, které lze provádět před zastavením stroje a tzv. vnitřní, které musí být provedeny v klidovém stavu stroje. Vnější činnosti (příprava nástrojů a prostředků k seřizování a čištění) mají být hotovy před ukončením právě zpracovávané výrobní zakázky a u vnitřních činností je žádoucí zajistit největší možnou paralelnost a jejich zjednodušení. K tomuto je ovšem zapotřebí více pracovníků, jelikož obsluhou těchto menších strojního zařízení je standardně jeden pracovník.

Systém 5S má za úkol zajistit na pracovišti pořádek. Díky němu budou eliminovány nepotřebné předměty, zbývající účelně a věcně uspořádány, pracoviště udržováno v čistotě a důsledně dodržovány podnikové i společenské normy.

¹¹ Prvky logistické přístupu Štíhlá výroba, jehož cílem je jednoduchost, přímočarost a synchronizace výroby.

U zařízení Tetra Pak jsou příčinami prostožů tyto situace:

- nedostatečná teplota pasterizace - čekání na vzorky z laboratoře
- výpadek elektrické energie
- nesprávné lepení obalů

Největším problémem tohoto zařízení je přerušení dodávky elektrické energie ze sítě. U menších strojů je pravidlem, že pokud je energie obnovena do 30 minut, je možné v procesech pokračovat. V tomto případě, byť by byl výpadek pouze vteřinový, dojde k zastavení stroje a ucpání obalů uvnitř. Protože je nezbytné jej otevřít, musí poté celý proces najíždět od začátku a to znamená také čištění, které je specifických 6 hodin. Doporučením je samozřejmě instalace vlastního zdroje energie (generátoru), který by umožnil dokončení výroby a vyčištění stroje, jelikož zůstatek polotovaru v přívodních trubicích by mohl způsobit znečištění a množení bakterií. Netuším ovšem, jak by bylo toto řešení finančně náročné.

Tento druh obalu¹² musí být dokonale zavařen, jinak při průjezdu pásem hrozí jeho poškození, polotovar může vytékat a po protečení kartonem znehodnotit celou paletu (720 ks). Palety jsou totiž uchovávány při pokojové teplotě a po tomto znehodnocení jsou náchylné k zamoření hmyzem. Jsou zde proto určena přísná preventivní opatření, jako sledování každého výrobku na pásu a mazání pásu. K tomuto již není co doporučit.

¹² Používaný při balení trvanlivého mléka.

Závěr

Z podnikových materiálů týkajících se výrobních postupů, od dodávky suroviny, přes její zpracování a balení, až po čištění a seřizování používaných strojních zařízení, a z měsíční výrobní evidence sedmi zařízení za 1.čtvrtletí letošního roku, jsem získala data potřebná pro analýzu popsaných výrobních procesů.

Analýzou těchto procesů, jejichž hlavním vypovídacím ukazatelem byl skutečný čas prostojů, respektive čas, který sahal nad rámec plánovaných prostojů, byla ve výrobě identifikována dvě úzká místa (viz. Příloha 2). Těmito úzkými místy jsou strojní zařízení Gasti 62P a Tetra Pak, u nichž, jako jediných, byl čas prostojů nad plánovaný rámec kladný.

Pro tato úzká místa jsem sepsala několik doporučení, které by v případě implementace mohly omezit problémy a snížit tak prostoje ve výrobě. Konkrétně u Gasti 62P je to zavedení lepšího systému odměňování, který by zaměstnance (obsluhu strojů i pracovníky údržby) motivoval k efektivnější výrobě, výběr spolehlivějšího dodavatele obalového materiálu nebo zrychlení seřizovacích procesů, např. pomocí metod SMED nebo 5S. Řešením problémů je také nákup nových strojů, které by nepotřebovaly tolik oprav a měly vyšší kapacity. Ten je však nutno důkladně propočítat, jelikož by musel být financován formou leasingu. Na zařízení Tetra Pak není realizováno tolik různých výrobních zakázek, ovšem jeho závady mají dalekosáhlejší důsledky. Zde je jediným doporučením instalace vlastního zdroje elektrické energie, který by zabránil velmi dlouhému procesu čištění, plynoucímu z krátkodobého přerušení dodávky elektrické energie ze sítě.

Úzká místa byla tedy ve výrobě skutečně identifikována a navržená řešení snad pomohou k jejich úplnému či alespoň částečnému odstranění.

Seznam použité literatury

1. BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M. *Teorie omezení v podnikové praxi. Zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. 216 s. ISBN 80-247-0613-X.
2. BAZALA, J. a kol. *Logistika v praxi. Praktická příručka manažera logistiky*. 1. vyd. Praha: Verlag Dashöfer, 2003. 2285 s. ISBN 80-86229-71-8.
3. GOLDRATT, E. M. - COX, J. *Cíl*. 1. vyd. Praha: Interquality, 1999. 295 s. ISBN 80-902770-1-2.
4. MACUROVÁ, P. - KLABUSAYOVÁ, N. *Praktikum z logistického managementu*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU, 2002. ISBN 80-248-0104-3.
5. MLÉKÁRNA KUNÍN, a. s. ISO postup MK-PP-906-01 až MK-PP-906-05, 2000.

Seznam zkratek

apod.	a podobně
a. s.	akciová společnost
hod.	hodina
mil.	milion
např.	například
obr.	obrázek
pozn.	poznámka
př.	příklad
t	tuna
tab.	tabulka
TOC	ang. Theory of Constrains, v češtině Teorie omezení
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
zákl.	základní